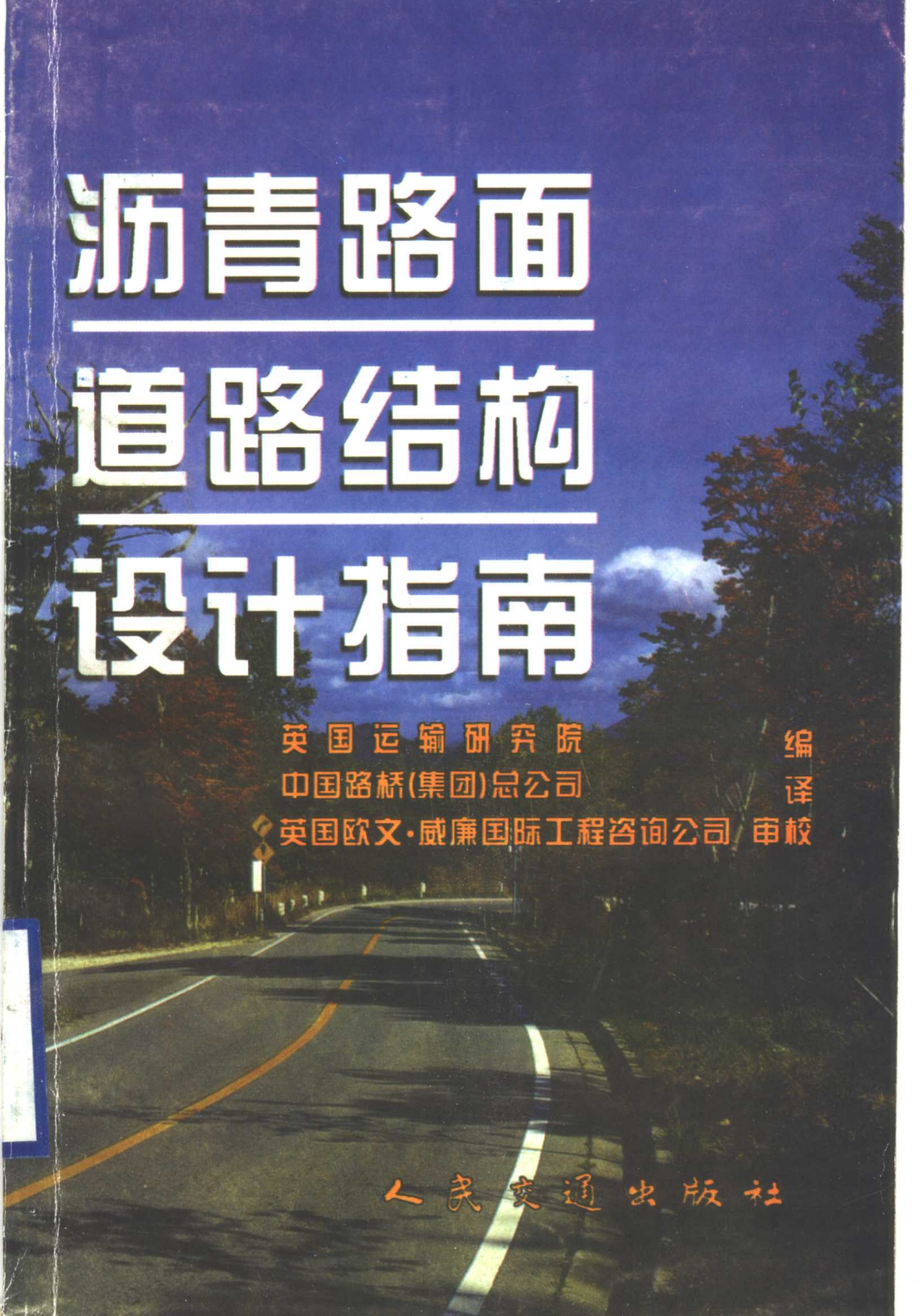




沥青路面 道路结构 设计指南

英国运输研究院

中国路桥(集团)总公司

英国欧文·威廉国际工程咨询公司

编

译

审校

人民交通出版社

Liqinglumian Daolujiegou Sheji Zhinan

沥青路面道路结构设计指南

英 国 运 输 研 究 院	编
中 国 路 桥 (集 团) 总 公 司	译
英国欧文·威廉国际工程咨询公司	审校

图书在版编目(CIP)数据

沥青路面道路结构设计指南/英国道路运输研究院
著;中国路桥(集团)总公司译. 北京:人民交通出版
社,1998

ISBN 7-114-02921-7

I. 沥… II. ①英… ②中… III. 沥青路面 结构设计
IV. U416.217

中国版本图书馆CIP数据核字(98)第04249号

沥青路面道路结构设计指南

英国运输研究院 编

中国路桥(集团)总公司 译

英国欧文·威廉国际工程咨询公司 审校

责任印制:张 凯 版式设计:崔凤莲 责任校对:张 捷

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街10号)

各地新华书店经销

北京平谷大华山印刷厂印刷

开本:850×1168 1/32 印张:4.25 字数:99千

1998年5月 第1版

1999年1月 第1版 第2次印刷

印数:3001—6000册 定价:11.00元

ISBN 7-114-02921-7

U·02086

致 谢

本指南根据英国运输研究院(TRL)海外中心代表英国政府在世界各地区进行的科研工作成果编写,课题负责人为 J. Rolt 博士。这些科研工作是在许多国家的积极合作下取得的,他们的帮助和合作是这项工作取得成功的主要因素。TRL 中负责编写主要章节课题组的成员有:J. Rolt, H R Smith, T Toole 及 CR Jones。其他参与写作的还有 D Newill, C J Lawrence, C J Gourley and R Robinson(目前在一家咨询公司工作)。第 7 章来自 H E Bofinger 的原作,他原是海外中心成员,现为 Roughton & Partners 的合伙人。在必要部分还引用了其他作者编写的海外中心刊物的资料。本指南原稿曾得到国际发展部工程处、有关大学、咨询公司的审议和帮助,在这里特向他们表示感谢。

译者说明

本指南来自英国运输及道路研究院的第 31 号海外道路指南, 该研究院于 1933 年成立, 初名为道路研究院, 1972 年改名为运输及道路研究院, 1992 年又改为现名运输研究院。该院从 1955 年起成立海外中心, 受英国政府海外发展部(现称国际发展部)委托, 在亚非许多发展中国家执行运输及公路方面的经济技术合作项目。因此, 在这些地区积累了许多筑路及运输方面的经验。第 31 号海外道路指南初次于 1966 年出版, 篇幅较少。我们曾译成中文以油印本作为内部参考资料分发, 后又在《公路》杂志上刊登。多年来, 我们感到这份资料对路面、路基的设计及施工工作均有帮助, 而且, 所介绍的路面结构, 适用于交通量不太大、建设资金又不富裕的发展中国家。1994 年, 运输研究院又根据近 30 年的实践及科研成果, 进一步修订了该道路指南, 增加了许多新内容。现经英国有关方面同意, 由中国路桥(集团)总公司翻译, 人民交通出版社出版, 相信该书对我国公路工程的设计施工人员有一定参考价值。

由于本书的资料均来自炎热地区和温和气候地区的实验和研究成果, 没有考虑寒冷地区土壤及材料的冻胀等问题, 因此, 本书内容适用于热带及亚热带地区的道路结构, 但有些方面对寒冷地区的道路结构也有参考价值。

本书版权为英国运输研究院所有, 授权中国路桥(集团)总公司翻译成中文, 中国人民交通出版社出版。翻译工作由英国国际发展部赞助。

英国国际发展部及英国运输研究院对翻译的正确性不承担任何责任。

本书由张富德、王清池、蒋珊生翻译,全书译文由中国路桥(集团)总公司周纪昌高级工程师及英国欧文·威廉国际工程咨询公司陈寄峤主任工程师审校。

中国路桥(集团)总公司

1997 年 9 月

前 言

第 31 号道路指南初次于 1962 年出版,此后,我们对筑路材料的性能及其相互影响方面有了更深的了解,曾于 1966 年及 1977 年修订再版。许多这方面的进步都是我们的工程师和科学家们在温和的气候条件下工作取得的。此外,我们还进行了大量的基础理论和应用科学方面的研究以适应和发展这方面的学识,这就使我们有把握将这些学识应用于条件差别较大的热带和亚热带地区。除了这些地区的气候和材料种类的差别之外,在有些国家里还存在着车辆载重失控或者道路养护工作不当的问题。此外,在施工及养护过程中所使用的技术和工艺水平也可能比较落后。

所有这些情况都向公路工程师们提出了巨大的挑战,本指南的再版集中了英国运输研究院及有关合作单位在 30 多个热带及亚热带国家所取得的经验。其中大多数经验都是在他们代表英国政府执行的科研、开发计划项目中取得的,当然,这其中也包括其他一些援助机构的有关项目。这个新的修订本较以前的版本也扩大了交通量适用范围,不仅能适用于 3000 万等代标准车轴数的交通量,还考虑了各种材料及施工质量的不均匀性、交通量预测的不明确性、气候及大型车轴荷载的影响以及道路性能的不稳定性,路面结构类型的种类增多了。对于不同种类材料的章节也增加了篇幅,因而在规范及技术方面提供了更为详细的建议。不管怎样,本指南还可能没有包括有些情况及条件,一定也会有许多当地的实际经验可加以利用以补充及改进这本指南。实在说,当地工程师的实际知识以及有经验工程师的判断永远是值得重视的,并且应该视为设计方法的重要组成部分。

本指南应世界各地工程师的要求再次修订出版,我相信,本书的出版将会像以前那样,受到专业人员的欢迎。

John Hodges

英国国际发展部

总工程师顾问



TRANSPORT RESEARCH LABORATORY

DFID

英国运输研究院

Old Workingham Road

Crowthorne, Berkshire

RG 45 6AU

第 31 号海外道路指南

(第 4 版)

英国国际发展部

94, Victoria Street

London

SW1E 5JL

沥青路面道路结构设计指南

主课题类:道路学

主题:道路路面工程学

课题名:修订及充实原第 31 号道路指南

课题编号:R5611

本资料是英国国际发展部赞助发展中国家的科研项目成果。

1993 年英国国家版权。报告中所表达的观点不一定代表英国国际发展部或英国运输部的观点。

英国运输研究院海外中心

ISSN 0951 8997

目 录

1 序言	(1)
1.1 概论	(1)
1.2 道路路况恶化	(1)
1.3 经济考虑	(2)
1.4 气候影响	(3)
1.5 材料性质和道路性能的多变	(4)
1.6 不易测定的交通量预报	(5)
1.7 设计类型的根据	(5)
1.8 设计步骤	(7)
2 交通量	(9)
2.1 设计使用年限	(9)
2.2 交通流量的估算	(10)
2.3 车轴荷载	(14)
2.4 准确性	(18)
3 路基	(19)
3.1 测算路基含水量	(20)
3.1 确定路基强度	(21)
4 路堤和路堑	(25)
4.1 路堤	(25)
4.2 路堑	(31)
5 排水和路肩	(33)
5.1 排水系统	(33)
5.2 路面横断面	(33)
5.3 各层的排水	(34)

5.4	路肩用材料	(35)
6	无结合料的路面材料	(37)
6.1	基层材料	(37)
6.2	底基层(GS)	(44)
6.3	选料路基的材料和改善层(GC)	(46)
7	水泥和石灰稳定材料	(48)
7.1	概述	(48)
7.2	稳定方法	(49)
7.3	处理方式的选择	(49)
7.4	水泥稳定	(51)
7.5	石灰稳定	(53)
7.6	火灰	(55)
7.7	施工	(56)
7.8	质量控制	(60)
8	沥青结合材料	(62)
8.1	混合料组成	(62)
8.2	沥青面层	(64)
8.3	常用的预拌混合料类型	(65)
8.4	沥青基层	(73)
8.5	生产与施工	(76)
9	表面处理	(79)
9.1	透层和粘层	(79)
9.2	表面处治	(80)
9.3	沥青稀浆封层	(86)
10	路面结构类型	(88)
11	参考文件	(99)
12	文献	(106)
附录 A	本指南适用的英国标准	(107)
附录 B	在一类路基条件下测算含水量	(111)
附录 C	运输研究院动力锥贯入仪	(112)

附录 D 拒压密度设计法	(116)
D1 序言	(116)
D2 改进的马歇尔压实试验(增加压实次数)	(116)
D3 改进的振动锤压实试验(增加振动锤压实时间) ...	(117)
D3.1 实验室设计方法	(117)
D3.2 将实验室设计转移到压实试验	(118)
D4 试验过程中可能产生的问题	(119)
附录 E 探头贯入试验	(120)
E1 一般说明	(120)
E2 操作方法	(120)

1 序 言

1.1 概论

本指南对热带及亚热带地区修建沥青路面道路的结构设计提出了推荐建议。本书供从事新建道路路面设计和施工的道路工程师应用,并且也适用于需要承受累计等代标准车轴数达 3 000 万次单向交通量的道路设计。本指南内容不包括道路补强覆盖层的设计,也不包括土路、砾石路或水泥混凝土道路的设计。虽然本指南适用于城市地区柔性道路的结构设计,但并不包括诸如路缘设置、下层土排水、防滑等等对城市道路特殊规定的规定。

对交通量更为繁重的道路结构设计,可将英国沥青路面设计手册(Powell 等人,1984 年)中的有关规定补充到本指南推荐建议中,但考虑到热带地区的环境条件,这些规定可能需作某种校准或修改。

1.2 道路路况恶化

道路结构设计的目的是将交通荷载引起的各种路基应力限定在一个安全值内,在这些安全值情况下,路基的变形成为微不足道,同时还能确保路面层本身在规定的使用期限内也不致恶化到任何严重程度。

由于筑路材料的特性,一般不可能设计出一种随着时间推移和交通量增加而不会发生路况恶化的路面。因此,结构设计的目标是将那些路面行车质量不良、车辙深度和裂缝等方面的路面病害

限制在预定值内。通常,确定对路面病害预定值的原则是,当道路到达设计使用期末时的路面病害处治只需加铺一层补强覆盖层即可。但实际上增补一层覆盖层的做法也可以是不必要的。因为道路原则上均被设计成可达到其极限条件,在该极限条件时,道路基本上就需进行大修或完全重建。在道路路况恶化已超出某种程度时,很难确定应采用何种办法补救处理。大部分道路设计方法,均假定在道路设计使用年限内,道路均能得到妥善的日常养护和周期性养护,并且假设在到达设计使用年限时,路况恶化程度是相对较低的。

道路路况的验收标准通常根据道路使用者的要求确定。道路使用者的要求取决于道路等级和交通量,等级越高,线形标准越高,车速也就越高,则可容计发生的路面病害程度就越低。过去,在确定容许的路面病害程度时,并未考虑经济效果,因为当时在成本费用比较方面,尚无足够的知识,无法精确地作出经济分析。

1.3 经济考虑

近几年来,许多实验研究结果显示,营运车辆的成本在很大程度上取决于路面情况。这样的研究也丰富了我们的知识,了解到道路恶化在很大程度上取决于交通运输的类别、筑路材料的特性、周围环境以及所采用的养护策略(Parsley 及 Robinson 1982 年, Patterson 1987 年, Chesher 及 Harrison 1987 年, Watanatada 等人 1987 年)。当前,在某些情况下,已可采用下述方式设计道路:假设在适当时候道路能得到妥善的养护,并且也可能适时对路面进行补强。这样,运输设施的总成本,即筑路、养路、道路使用者费用等成本的总额可降至最低。预期这样的先进设计技术在未来将会广泛得到应用。同时很多国家已引进先进的路面管理系统,该系统对路况作定期监测,从而可收集到更多的路况信息,使道路性能设计模式得到改进。可以设想,路面结构设计将成为管理系统整体中的一个组成部分,在该系统中路面结构设计可根据所采纳的最经济

策略而预计投入的养护工作量来进行修正。虽然这些是未来将实现的改进设计的设想,但这一研究成果已为热带、亚热带地区的路面结构设计提供了非常重要的指南。在制定本版指南时,已部分地采用了这一研究成果。

本指南推荐的路面结构,对道路到达设计使用年限时的路况恶化程度作了限制规定,将其限定在实际经验已显示出的恶化程度。这样就产生了一个适用条件较宽的可以接受的设计方法。此经济设计方法假设道路的日常养护和周期性养护能达到一个合理的水准(并不过分要求),特别是假设路面基面一旦出现裂缝、松散等病害超过 15% 的面积时,道路就能得到规定的周期性养护。举例来说,一条设计使用年限为 10 年的道路,很可能在较高交通量等级下需要作一次路面表面处理;而一条设计使用年限为 15 年的道路,很可能在较低交通量等级下只需进行一次路面表面处理,而在较高交通量等级下需进行两次路面表面处理。这仅仅是泛指的原则,路面表面处理的确切要求应视当地情况而定。

1.4 气候影响

研究结果表明路况恶化的情况差异很大,还证明在热带地区某些最普遍的道路破坏方式,常常与温和地区的道路破坏方式不同,尤其是与路况恶化有关联的气候,有时支配着道路的功能。研究结果还特别强调,沥青面层材料的设计在尽量降低路况恶化程度问题上,具有超越其他一切因素的重要性(Paterson 1987 年,Smith 等人 1990 年,Strauss 等人 1984 年)。本指南第 8 章将论述此问题。

气候对热带地区的土壤及岩石的性能产生影响,使土壤的成土过程更快,岩石表面常常被严重风化。土壤本身极端异常的特性,常给道路工程师提出大量的难题。最近出版的《热带地区道路:建筑材料和方法》,对这些难题作了一些初步探讨(Millard 1993 年)。

1.5 材料性质和道路性能的多变

材料性质及施工管理的变化之大,一般均出乎设计工程师的预料,因此在设计过程中必须予以重视。在一条道路的总面积中,只能有很小一部分面积(占很小百分比)容许出现被道路使用者可能认为是不合格的道路病害。因此,这一小部分面积就是道路的最薄弱环节,或者说是“强度”统计分布的极限末尾部分。在严格控制下进行的按实际尺寸大小的实验结果显示,材料特性差别非常之大。拿100%的性能最佳道路与10%性能不太好道路相比,前者在达到规定的设计使用年限前可承受的交通量约为后者的6倍。在正常施工条件下,这一性能的差距甚至会更大。可以通过那些已公认会影响道路性能的因素的变异,来解释上述某些差别。因此,如果事先已知某些材料性质易变,则在设计时原则上应将这些因素考虑进去。为确定这种多变性,应预先做一定规模的试验,如将这些试验规模压缩至最小,这种做法反而是不经济的。

实践中,通常考虑到的仅仅是路基强度变化的因素,对其他所有因素均通过制定技术规范,也即对那些关键特性制定合格的最小值来加以控制。然而技术规范只能以容易监测的材料性质作为依据,这些性质又不可能与那些决定路况好坏的基本力学性能密切相关。结果是:即使已经考虑了路基强度及路面材料性质多变的因素,往往在两条额定值相同的路面之间,在性能上却有着显著的差异,这种现象很难解释清楚。因此最佳设计方法是部分地依赖对运行中道路性能的了解,并且将观察到的性能变化用数字表示出来。由此可见,道路设计总是有着根据实地经验加以改进的余地。

尽管如此,对路面层厚度和材料强度很可能出现的变化进行估算,仍然是设计者的任务。因此在技术规范中可制定出实际指标值以及容许误差值,以确保道路性能尽可能地达到令人满意的程度。

本指南制定的路面厚度和材料强度基本上是最小值。但从实际情况考虑,它们应理解为试验结果中 10% 内的低值,这样就保证另 90% 均超出该值。在铺筑每一路层时,由于层厚和材料强度的随机性变化,必须确保层厚或强度的任何轻微缺陷不会在上、下两层相叠发生,即使这种情况难得发生,也是不允许的。至于材料开采、装卸和堆放等作业中,则应特别强调将随机性变化降至最小。

1.6 不易测定的交通量预报

路面设计也取决于预期的交通量等级,车轴荷载调查和交通量记数是成功设计的基本先决条件。但交通量预报仍然是一个困难任务,因此本指南推荐一个灵敏度和危险分析法。在第 2 章内将讨论此一课题。

1.7 设计类型的根据

编入本指南(第四版本)的路面设计,主要是根据以下的试验和研究成果:

(a) 现场进行的试验 该试验对所有影响性能的因素均已作了精确的检测,并且已将这些因素的变化情况用数量作出表示;

(b) 对现有类似道路网的性能所作的调查研究。

如果缺乏直接的经验资料,设计的相应值只能利用 Parsley 和 Robinson(1982 年)、Paterson(1987 年)、Rolt 等人(1987 年)的道路性能模型的经验调查,以及 Gerritsen 和 Koole(1987 年)、Powell 等人(1984 年)、Brunton 等人(1987 年)研究的标准分析力学方法,以内插法或外推法求得。

交通量预测的大量不定因素及材料性质、气候、路况等的多变特性等,导致路面设计具有统计学的特性。因此,本指南提出的路面设计类型图表达的是各种结构的类型,每一种结构适用于较小